Janczewski

ETUDES ANATOMIQUES

SUR LES *PORPHYRA*

PAR

Mr. le Dr Edouard de JANCZEWSKI,

Membre correspondant de la Société.

Extrait des Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles de Cherbourg, tome XVI, 1872.

Les algues de la famille des Porphyrées n'ont jamais été l'objet de recherches spéciales ; cependant, considérées comme Floridées de l'organisation la plus simple, elles devraient attirer davantage l'attention des botanistes. M. Thuret a déjà parfaitement caractérisé les deux espèces vulgaires et a fourni quelques notes sur leur organisation (1). Malheureusement, malgré leur parfaite précision, ces notes sont beaucoup trop courtes pour pouvoir tracer une image complète de la structure de ces algues et satisfaire la curiosité de ceux qui portent quelque intérêt aux algues marines, mais n'ont pas l'occasion de les étudier sur le vivant.

Mes observations, ne pouvant fournir rien de nouveau sur le développement des Porphyrées, contribueront du moins à une meilleure connaissance de leur organisation. J'ajouterai quelques considérations sur la place qui devrait être assignée à ces plantes dans la classe des algues.

(1) *Le Jolis.* Liste des algues marines de Cherbourg, page 100 et suiv.

I.

PORPHYRA LEUCOSTICTA Thur.

La description de cette espèce, donnée par M. Thuret, me dispense d'entrer dans le détail de ses caractères. Je rappellerai seulement qu'elle est toujours hermaphrodite, et que les anthéridies se présentent à l'œil nu comme des stries incolores rayonnant vers le bord de la fronde et entourées du tissu sporogène.

La plante est annuelle; elle disparaît vers la fin du printemps. Je l'ai récoltée à Cherbourg, sur les rochers Saint-Martin, encore abondamment vers la fin du mois de mai et au commencement du mois de juin. Elle était en parfaite fructification, les frondes se transformant vers le bord en spores et en anthéridies.

Tissu végétatif. La partie végétative de la fronde, qui n'a encore subi aucune transformation, est toujours monostromatique. Vu en dessus, le tissu végétatif se trouve constitué de cellules assez serrées, pour la plupart rectangulaires et se divisant à l'aide de cloisons cruciales assez minces et constituant en quelque sorte un réseau qui contient une cellule dans chacune de ses mailles ; je l'appellerai, pour plus de brièveté, *le réseau* de la fronde.

Les coupes verticales de la fronde sont indispensables pour la connaissance complète de sa structure. Elles apprennent que l'axe vertical des cellules est plus long que l'axe transversal (3/2 : 1) ; la forme des cellules est plutôt prismatique, à angles obtus. La membrane extérieure commune (supérieure et inférieure), est épaisse et protégée contre les agents extérieurs par une mince cuticule.

Le contenu des cellules est composé de protoplasma incolore, de prostoplasma coloré et de liquide aqueux (suc

cellulaire). Le protoplasma incolore constitue la couche pariétale. Un gros nucleus occupe à peu près le centre de la cellule ; il est suspendu dans le liquide aqueux à l'aide des courants de protoplasma coloré qui rayonnent vers la couche pariétale; il est recouvert lui-même par le protoplasma en question. La couleur est d'un brun-violacé.

Tissu sporogène. A la maturité de la plante, tout le bord de la fronde se transforme en spores et en anthéridies. Le tissu sporogène est composé de spores en groupes de huit, que je nommerai *octospores*. Le développement des octospores est assez simple ; chacune d'elles est engendrée par une cellule végétative, qui commence à se gorger de protoplasma, le liquide aqueux diparaissant peu à peu. La chromule change de disposition, elle se concentre autour du nucleus et le recouvre comme d'un nuage. Les cellules changent aussi de forme ; elles s'allongent dans une direction verticale à la fronde, deviennent ellipsoïdes et même presque fusiformes.

La première cloison par laquelle commence la segmentation d'une cellule végétative en octospore, est toujours parallèle à la surface de la fronde. Les deux nouvelles cellules gagnent en diamètre transversal, s'arrondissent et se divisent enfin, à l'aide de cloisons cruciales, chacune en quatre cellules. De cette manière chaque cellule végétative donne naissance à une octospore, c'est-à-dire à un groupe de huit spores disposées par quatre en deux étages. Vues en dessus, les octospores semblent être des tétraspores, mais en baissant le tube du microscope on aperçoit aussi l'étage inférieur, surtout quand ses cloisons cruciales alternent avec les cloisons de l'étage supérieur. Généralement elles se correspondent plus ou moins.

Le tissu sporogène du *Porphyra leucosticta* se distingue de celui du *P. laciniata* par son uniformité; il n'est

constitué que d'octospores. Cependant il y a parfois arrêt de développement et, la dernière division manquant, on trouve aussi des groupes de quatre spores seulement, mais celles-ci sont toujours disposées en deux étages. Quelquefois on aperçoit une division surnuméraire verticale à la surface de la fronde : le groupe est alors constitué de seize spores disposées en deux étages. Il est bien rare de trouver dans le tissu sporogène des cellules restées végétatives ; elles sont alors toujours isolées, arrondies, mais leur contenu n'est aucunement changé, il est toujours identique à celui des cellules du tissu végétatif.

Pendant le développement des octospores, le réseau s'épaissit sensiblement, tandis que les cloisons cruciales séparant les spores restent beaucoup plus minces.

Les spores prennent leur essor d'une manière caractéristique. La membrane extérieure de la fronde se ramollit, se transforme en matière muqueuse, tandis que la cuticule et le réseau restent encore intacts. A un moment donné, quand les cloisons séparant les cellules d'une octospore se sont aussi réduites en mucus, tout le groupe s'échappe de son cadre.

Les spores se dégagent une à une ou accolées par deux, quatre ou même tout le groupe ensemble ; dans ce cas leur désagrégation ne s'opère qu'après la sortie.

C'est à travers le mucus provenant de la transformation de la membrane extérieure, que glissent les spores ; le réseau et la cuticule restant intactes, ils ne permettent la sortie des spores que par la couche muqueuse (inférieure ou supérieure) qui les sépare. A quelque distance de la ligne sur laquelle les spores se dégagent, la cuticule se déchire et le réseau se désorganise à son tour.

Spores : mouvement, germination. Les spores une fois libres sont complètement dépourvues de membrane de

cellulose. Leur protoplasma est tout gorgé de gouttelettes huileuses. La chromule représente un nuage, quelquefois en forme d'étoile; le nucleus n'y est que rarement distinct.

Après avoir pris leur essor, les spores commencent bientôt à se mouvoir. Elles ne possèdent pas d'organes locomoteurs et pour cette cause leur mouvement est plutôt semblable à celui d'amibes. La nature du mouvement est la même; la contractilité y joue le rôle principal. Les pseudopodes si caracteristiques pour les amibes, n'apparaissent ici que bien rarement et sont toujours très-courts. Le mouvement est lent, mais facile à apprécier sous un grossissement convenable. Les spores changent incessamment de contours; elles représentent un biscuit, un cylindre, un rhombe, un triangle, un fer à cheval, tantôt elles deviennent elliptiques, sphéroïdales ou même atténuées en un rostre plus mobile que le corps lui-même.

Un mouvement analogue n'a été signalé pour les Floridées, à ma connaissance, que par MM. Bornet et Thuret dans les spores issues des glomérules de l'*Helminthora divaricata* (1).

Les spores, une fois parvenues à l'état de repos, adoptent la forme sphérique, se revètent d'une membrane de cellulose et finissent par germer. La spore engendre une excroissance, qui s'allonge en un tube dans lequel passe généralement le nucleus avec la chromule et la plus grande partie du protoplasma, tandis que dans son contenu apparaît une grande vacuole centrale ou bien plusieurs petites.

J'ai vu quelquefois des spores isolées germer sur place,

(1) *Bornet et Thuret*. Fécondation des Floridées, Annales des Sciences nat. Sér. V, Vol. 7.

c'est-à-dire dans les mailles du réseau lui-même, mais jamais il ne m'a été donné de suivre le développement ultérieur des germes. Des milliers d'infusoires et de monades venaient toujours détruire le succès et l'espérance de mes cultures.

Tissu anthéridial. La disposition caractéristique des anthéridies a déjà été mentionnée ci-dessus. Je considère comme une *anthéridie* le groupe d'anthérozoïdes siégeant dans une maille du réseau, correspondant à une octospore et issu par conséquent d'une cellule végétative.

Le développement des anthéridies est d'abord tout-à-fait semblable à celui des octospores. Il obéit ensuite aux mêmes règles, et on dirait que les octospores ne sont que des anthéridies dont la segmentation ultérieure a été arrêtée. Les cas exceptionnels confirment parfaitement cette supposition. Une légère différence se manifeste cependant d'assez bonne heure : la chromule diminue graduellement et se trouve réduite à son minimum dans les anthérozoïdes adultes.

La cellule végétative donnant naissance à une anthéridie se gorge de protoplasma, concentre sa chromule autour du nucleus et se divise parallèlement à la surface de sa fronde, tandis que les deux nouvelles cellules se partagent par des cloisons cruciales comme dans les octospores. Dès ce moment l'anthéridie devient plus compliquée ; ses cellules se divisent parallèlement à la surface pour la deuxième fois, et l'anthéridie est déjà composée de seize cellules disposées en quatre étages. Enfin des cloisons cruciales viennent terminer la segmentation de l'anthéridie qui, à l'état adulte, se trouve constituée de soixante-quatre cellules disposées toujours en quatre étages.

La dernière division fait souvent défaut et alors, vue en dessus, l'anthéridie paraît composée de huit cellules seu-

lement, ou en réalité de trente deux. Cela nous rappelle les octospores incomplètes que nous avons déjà mentionnées auparavant.

Pendant la segmentation, la chromule disparaît de plus en plus, comme nous l'avons déjà dit, et dans une anthéridie adulte on n'en voit qu'une très-petite quantité entourant les nucleus des cellules. Cette quantité si minime est cause que le tissu anthéridial du *Porphyra leucosticta* paraît à peu près incolore.

Dans une anthéridie adulte on voit que non seulement les cloisons séparant les anthérozoïdes l'un de l'autre sont réduites en gelée, mais encore que tout le groupe est entouré d'une couche gélatineuse qui le protége contre le contact avec le réseau et la membrane extérieure.

Le groupe d'anthérozoïdes prend son essor de la même manière que l'octospore ; il glisse à travers le mucus qui relie la cuticule au réseau et représente la membrane extérieure transformée. Dès que le groupe quitte son cadre, la gelée qui collait les anthérozoïdes commence à se dissoudre et tout le groupe à se désagréger. Au moment même où il prend son essor, il se divise en deux plaques renfermant chacune deux couches d'anthérozoïdes. C'est donc la première cloison par laquelle a commencé la segmentation de l'anthéridie, qui est la plus muqueuse et se dissout le plus vite dans l'eau. Les deux plaques se divisent ensuite en quatre groupes de huit cellules, celles-ci à leur tour en groupes de quatre, de deux ; et enfin en anthérozoïdes isolés. On remarque que les cloisons gélatineuses se dissolvent successivement dans l'ordre de leur apparition, les plus anciennes les premières, les plus récentes à la fin.

Anthérozoïdes. Contrairement aux spores, les anthérozoïdes ne présentent aucun indice de mouvement spon-

tané. Ils s'accumulent au bord de la fronde où il restent collés par le mucus auquel se réduit le réseau à quelque distance du bord fructifère. Les anthérozoïdes sont sphériques, complétement dépourvus de membrane de cellulose et sont constitués de protoplasma incolore. A l'aide d'un fort grossissement on voit que chaque anthérozoïde renferme un nucleus excentrique coloré en jaune pâle par la très-petite quantité de chromule qui l'entoure.

L'identité de l'origine des anthéridies et des octospores est non seulement prouvée par l'étude de leur développement, mais aussi par des cas exceptionnels. Dans le tissu anthéridial on remarque assez souvent des octospores éparses ou accumulées en petits groupes. Il est bien plus rare de trouver des spores et des anthérozoïdes réunis dans la même maille; alors les spores constituent un étage, tandis que l'autre moitié du groupe est changée en 32 anthérozoïdes répartis en deux couches. On trouve aussi quelquefois des mailles dont le quart est transformé en deux spores, tandis que les trois autres quarts renferment quarante-huit anthérozoïdes. Ces deux cas nous rappellent aussi la succession des divisions qui ont contribué à la segmentation des octospores et des anthéridies.

II

PORPHYRA LACINIATA Ag.

M. Thuret avait déjà démontré que l'espèce en question diffère de la précédente en ce qu'elle est le plus souvent dioïque. Les individus hermaphrodites sont assez rares ; le tissu anthéridial n'est jamais mélangé au tissu sporogène. En outre les tissu anthéridial et sporogène se distinguent de ceux du *P. leucosticta.*

Tissu végétatif. Il n'existe presque pas de différence de structure dans le tissu végétatif des deux espèces. Quelquefois, dans le *P. laciniata*, les cellules sont considérablement plus petites, mais cela dépend de la vigueur de la fronde. La forme et le contenu des cellules sont identiques. Le nucleus est suspendu au milieu de la cellule à l'aide de courants de protoplasma coloré en brun violacé. Le protoplasma pariétal est également incolore; la solution iodée (avec l'iodure de potassium) le teint en violet, ce qui rappelle la même réaction trouvée pour les protoplasma de certaines cellules, de paraphyses et l'épiplasma des thèques des champignons ascomycètes (1).

Les cloisons des cellules constituent un réseau assez mince, tandis que la membrane extérieure est épaisse et recouverte d'une fine cuticule. Celle-ci ne se colore pas cependant par la solution iodée.

Tissu sporogène. Au premier coup d'œil on distingue déjà le tissu sporogène du *P. laciniata* de celui du *P. leucosticta*. Tandis que dans cette dernière espèce il est très-uniforme, dans le *P. laciniata*, au contraire, il est constitué d'éléments hétérogènes. Je veux dire qu'aux octospores on trouve des cellules végétatives mêlées en quantité à peu près égale, mais sans aucun ordre appréciable. Les octospores se développent exactement de la même manière, je n'ai donc pas besoin de la décrire. On trouve aussi des groupes constitués de quatre spores disposées en deux étages ; mais l'arrêt de développement est ici bien plus fréquent. On observe quelquefois que les cellules végétatives donnent naissance à deux spores

(1) Comp. *De Bary* Morph. u. Physiol. d. Pilze, Flechten u. Myxomyceten, p. 103, 104; et *Janczewski* Etudes sur l'Ascobolus furfuraceus. Ann. d. sc. nat., Sér. V., Vol. 15.

seulement ; enfin on distingue aussi des spores solitaires qui ne sont autre chose que des cellules végétatives, lesquelles, sans subir aucune segmentation, se sont arrondies, gorgées de protoplasma et ont concentré leur chromule autour du nucleus.

Les spores solitaires sont faciles à distinguer, par leur contenu, des cellules végétatives mêlées au tissu sporogène. Les cellules végétatives, quoique aussi arrondies que les spores, conservent toujours la disposition caractéristique de leur chromule, qui devient beaucoup plus jaunâtre ; elles possèdent en outre une, deux ou trois vacuoles. Je les considère comme des octospores atrophiées, mais je suis porté à croire que cet arrêt de developpement n'est pas une chose accidentelle, car je l'ai trouvé dans tous les échantillons que j'ai examinés.

La solution iodée agit aussi d'une manière différente sur ces cellules atrophiées et sur les spores. Le protoplasma de ces dernières se colore en beau violet, tandis que dans les premières il se teint en jaune et plus rarement en brun-violacé.

Le groupe des spores peut quelquefois en renfermer plus de huit, et souvent seize. Les cloisons surnuméraires peuvent être parallèles à la surface de la fronde ; alors les spores sont disposées, par quatre, en quatre étages ; elles peuvent être aussi verticales à la surface et dans ce cas les spores ne forment que deux étages, chacun de huit cellules. Les deux sortes de cloisons surnuméraires peuvent-elles se produire dans le même groupe et multiplier le nombre des spores jusqu'à trente deux, c'est ce que je n'ai pu constater.

Les spores prennent leur essor par suite de la transformation de la membrane extérieure et du réseau lui-même en une matière muqueuse limitée par la cuticule de dessus

et celle de dessous. Il est difficile d'apercevoir les débris du réseau débarrassé des spores; on peut alors le rendre plus distinct au moyen de la solution iodée qui le colore dans cet état en beau carmin.

Les cellules atrophiées restent le plus souvent dans le mucus où on les voit entourées de leur mailles propres. Quand elles se dégagent, elles paraissent toujours revêtues d'une membrane de cellulose et ne sont pas désorganisées par la solution iodée.

Spores : mouvement, germination. Les spores sont, comme dans le *Porphyra leucosticta*, uniquement constituées de matière protoplasmatique et dépourvues de membrane de cellulose. Le protoplasma est incolore et tout gorgé de gouttelettes huileuses. Dans son milieu on aperçoit la chromule condensée en masse irrégulière; le nucleus n'y est pas apparent, et ne devient visible que pendant la germination. On l'aperçoit aussi dans les spores gonflées dans l'eau et s'y dissolvant; il semble alors que le nucleus est lui-même imbibé de chromule, ce qui peut être l'effet de la désorganisation. La solution iodée (avec l'iodure de potassium) colore en beau violet le protoplasma des spores, qui se gonfle, se dissout peu à peu, et ne laisse dans le liquide ambiant que les gouttelettes huileuses qu'il contenait.

Les spores ayant pris leur essor commencent bientôt à se mouvoir. La nature de leur mouvement est amiboïde, comme dans l'espèce précédente; les spores m'ont paru cependant plus agiles dans le *P. laciniata*.

Le mouvement ayant cessé, les spores adoptent la forme sphérique, se revêtent d'une membrane de cellulose et commencent à germer exactement de la même manière que dans le *P. leucosticta*. J'ai pu voir ici des tubes très-longs, même divisés en deux ou trois cellules, mais leur développement ultérieur m'a échappé.

Tissu anthéridial. Le développement des anthéridies s'effectue tout-à-fait comme dans le *P. leucosticta*, il leur manque seulement la dernière division. Ainsi, en règle générale, les anthéridies sont ici composées de trente deux anthérozoïdes disposés en quatre étages chacun de huit ; elles sont pour ce motif plus petites que dans l'espèce précédente. La chromule disparait aussi peu à peu et dans les anthéridies adultes on n'en voit qu'une petite quantité recouvrant les nucleus.

Outre leur différence de volume et leur couleur jaunâtre plus distincte, les anthéridies du *P. laciniata* se distinguent encore par quelques détails. On ne voit pas de gelée commune revêtant tout le groupe d'anthérozoides dans leur maille, et les cloisons qui les séparent l'un de l'autre ne se dissolvent pas en gelée. Les anthérozoïdes se délivrent de leur cadre par la transformation en mucus du réseau et de la membrane extérieure ; les cloisons qui les segmentent se dissolvent en même temps et tout le groupe se désagrége.

Il arrive cependant que l'on trouve des portions du tissu anthéridial où la dissolution des cloisons séparant les anthérozoïdes a devancé la transformation du réseau et de la membrane extérieure. On voit alors dans chaque maille du réseau les anthérozoïdes déjà complètement arrondis et ne représentant qu'un amas confus sans aucun ordre appréciable. Quand le réseau se dissout, ils n'ont plus besoin de se dissocier, mais deviennent libres à l'instant même.

Anthérozoïdes. Dans le *P. laciniata* les anthérozoïdes sont, comme dans l'espèce précédente, dépourvus de tout mouvement spontané. Leur forme est sphérique. Ils ne possèdent pas de membrane et sont constitués par un protoplasma incolore, qui se teint en jaune par la solu-

tion iodée. En les examinant à un fort grossissement, on remarque dans chacun d'eux un nucleus excentrique recouvert de chromule jaune ; la coloration est plus intense et par conséquent plus distincte que dans l'espèce précédente. Les anthérozoïdes s'accumulent au bord de la fronde ; parmi ceux qui étaient le plus éloignés du tissu anthéridial et sans doute dégagés en premier lieu, j'ai trouvé des anthérozoïdes qui avaient changé de forme; j'en ai vu d'ovales, d'elliptiques, même de cylindriques, quatre fois plus longs que larges. Ce phénomène ne représentait cependant rien d'analogue à une germination, car le volume restait toujours le même, et les anthérozoïdes, toujours dépourvus de membrane, contenaient un seul nucleus.

III.

Après avoir exposé les faits acquis par mes observations, tâchons de comparer les *Porphyra* aux autres algues et de leur assigner une place convenable.

La coloration de leur fronde est celle des Floridées, la chromule est un mélange de chlorophylle et de phycoérythrine. Les organes reproducteurs rappellent aussi beaucoup cette classe; les anthérozoïdes sont complétement immobiles et les spores dépourvues d'une membrane de cellulose. Cependant, si l'on compare leur développement à celui des autres Floridées, la différence devient évidente.

Réfléchissons d'abord sur les anthéridies. Le groupe d'anthérozoïdes que je considère comme une anthéridie provient de la segmentation d'une cellule de la fronde; il n'y a là aucun stérigme, aucune partie végétative portant les anthérozoïdes et les anthéridies. Dans les vraies Flo-

ridées les anthéridies sont toujours insérées sur le tissu végétatif ou sur un axe particulier, et les anthérozoïdes sont souvent portés par des stérigmes spéciaux (*Callithamnion*, *Polysiphonia*).

Le tissu sporogène des *Porphyra* diffère sensiblement des tétraspores des Floridées. Les tétraspores (dispores ou polyspores) sont toujours constituées d'un nombre déterminé de cellules, tandis que ce nombre varie dans les octospores du *Porphyra leucosticta* et encore plus dans celles du *P. laciniata*. Le nombre normal de huit ne prouve rien ni pour ni contre l'analogie des octospores avec les tétraspores. Le défaut d'individualisation de ces organes est la différence essentielle, et à cet égard les *Porphyra* rappellent les Conferves. Leurs spores diffèrent cependant par la nature de leur mouvement et de leur évolution. Les zoospores des Chlorosporées se développent par segmentation du protoplasma de la cellule-mère sans que de véritables cloisons y apparaissent. C'est le contraire qui a lieu dans les octospores des *Porphyrées*. Nous trouvons à vrai dire des cloisons véritables dans les zoosporanges pluriloculaires des Phéosporées, mais ceux-ci sont déjà parfaitement individualisés.

Enfin les *Porphyrées* s'éloignent surtout des véritables Floridées par le défaut d'organes femelles. Il est absolument impossible d'admettre que ceux-ci puissent encore se trouver sur quelque sorte de prothalles; les anthéridies étant engendrées par des plantes au maximum de leur développement, une telle répartition d'organes sexuels n'aurait rien d'analogue dans le règne végétal. J'aimerais mieux supposer que les algues en question sont complètement dépourvues d'organes femelles.

Les Dictyotées se rapprochent des Floridées par leurs

tétraspores et leurs anthéridies, elles n'en diffèrent que par leurs polyspores. Il est vrai que les polyspores, qui représentent les organes femelles des Dictyotées, correspondent aux cystocarpes des Floridées, mais elles en diffèrent par leur développement. La fécondation des Dictyotées est encore inconnue, et on ignore si elle existe et si elle est indispensable pour l'évolution des polyspores. Le mode de fécondation, si elle a lieu, doit être tout différent de celui des Floridées, le trichogyne n'y ayant pas été découvert jusqu'à ce jour (1).

La comparaison que je viens d'exposer, nous montre que les Porphyrées s'éloignent beaucoup plus des Floridées que les Dictyotées, qui serviraient en quelque sorte de lien intermédiaire. Ces trois classes se rapprochent par l'immobilité des anthérozoïdes et des spores (abstraction faite du mouvement amiboïde), mais se distinguent par leurs organes femelles, qui sont si caractéristiques pour les Floridées, tout autres et peut-être n'exigeant pas de fécondation dans les Dictyotées, et enfin qui manquent absolument dans les Porphyrées.

En outre les Porphyrées, auxquelles appartiennent certainement les *Bangia* marins (*Erythrotrichia* ?), rappellent beaucoup les Chlorosporées par le défaut d'individualisation de leurs organes reproducteurs.

(1) Comp. *Bornet* et *Thuret*, l. s.c.

Cherbourg, le 2 juillet 1872.

Cherbourg, imp. Bedelfontaine et Syffert.